

---

Shan, Yuli; Chang, Zheng; Liu, Zhixing

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Citation for published version (Harvard):*

Shan, Y, Chang, Z & Liu, Z 2013, '——', Shanghai Energy Conservation (), vol. 2, pp. 23-26.

[Link to publication on Research at Birmingham portal](#)

**General rights**

Unless a licence is specified above, all rights (including copyright and moral rights) in this document are retained by the authors and/or the copyright holders. The express permission of the copyright holder must be obtained for any use of this material other than for purposes permitted by law.

- Users may freely distribute the URL that is used to identify this publication.
- Users may download and/or print one copy of the publication from the University of Birmingham research portal for the purpose of private study or non-commercial research.
- User may use extracts from the document in line with the concept of 'fair dealing' under the Copyright, Designs and Patents Act 1988 (?)
- Users may not further distribute the material nor use it for the purposes of commercial gain.

Where a licence is displayed above, please note the terms and conditions of the licence govern your use of this document.

When citing, please reference the published version.

**Take down policy**

While the University of Birmingham exercises care and attention in making items available there are rare occasions when an item has been uploaded in error or has been deemed to be commercially or otherwise sensitive.

If you believe that this is the case for this document, please contact [UBIRA@lists.bham.ac.uk](mailto:UBIRA@lists.bham.ac.uk) providing details and we will remove access to the work immediately and investigate.

CN 31—1500/TK

# 上海节能

# 2 2013

## SHANGHAI ENERGY CONSERVATION

《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊

《中国期刊全文数据库》收录期刊

《中文科技期刊数据库》收录期刊

《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊

### 倡导节能理念 开发智能技术 提高人类生活品质

#### 建筑智能:

咨询设计 总包管理 工程监理 工程承包 运营维护

#### 建筑节能:

节能咨询 节能审计 节能工程 节能产品

#### 工业节能:

技术服务 投资合作 工程服务



**TELLHOW**  
上海泰豪智能节能技术有限公司

### 上海泰豪智能节能技术有限公司

地址: 上海市浦东新区张东路1387号张江集电港科技领袖之都19幢  
邮编: 201203 总机: 021-68795555 传真: 021-68795511  
网址: <http://www.tellhow.sh.cn>



上海市节能协会 主办  
上海市节能监察中心 主办  
上海市电力公司 协办  
上海发电设备成套设计研究所 协办

## 电机节能专栏

上海市节能协会 会刊  
月刊·公开发行  
1982年创刊  
2013年第2期  
(总第289期)  
2013年2月 出版

# 上海节能



## SHANGHAI ENERGY CONSERVATION

### 目次

- 01 绿色建筑行动方案(摘录)
- 05 工业领域应对气候变化行动方案(摘录)

### 电机节能专栏

- 10 基于高效电机推广政策的低效电机节能改造可行性研究 ..... 秦宏波 刘洋
- 13 永磁同步电动机在化纤行业中的应用 ..... 刘洋 秦宏波
- 16 基于电能平衡软件分析系统的工业企业用电状况研究 ..... 李慧波等
- 20 节能技改项目节能量审核与计算方法探讨 ..... 薛恒荣 沈黎芸

### 节能论坛

- 23 天然气的利用及其相关碳排放  
——兼论美国页岩气的开发与影响 ..... 单钰理等
- 27 电梯节能综述 ..... 朱武标

### 节能技术和产品

- 30 LED照明要素及选择LED照明产品的三大误区 ..... 俞志龙
- 36 基于光伏建筑一体化及多种能源互补的微电网研究 ..... 陈国良

### 节能工程

- 44 中央空调系统“大流量小温差”现象的原因分析及改进措施 ..... 胡晓俊

### 节能标兵

- 49 夯实基础 创新管理 努力建设“节约型校园”  
——上海交通大学水电管理中心节能工作先进事迹 ..... 钟欣
- 50 爱岗敬业 推动宝山工业节能硕果累累  
——宝山区经委施利平同志先进事迹 ..... 今为
- 50 勇于创新 推动企业节能上新台阶  
——上海日立电器有限公司贺继通同志先进事迹 ..... 日力

### 节能降耗动态

- (04)奉贤柘林镇举行“绿色星期六——社区资源回收日”主题活动(19)长宁区部署2013年节能减排工作重点(43)宝山区清洁生产审核五步推进法取得良好成效(43)黄浦区景观灯光建设贯彻“高雅、节能”原则

### 节能信息

- (09)美国高科技涂料变普通玻璃为太阳能电池板(26)首个“全碳”太阳能电池在美诞生(29)日本发现黝铜矿可将热能高效转化为电能

主 管 上海市经济和信息化委员会  
主 办 上海市节能协会  
上海市节能监察中心  
协 办 上海市电力公司  
上海发电设备成套设计研究所  
编辑出版 《上海节能》编辑部

#### 《上海节能》杂志编辑委员会

主 任 施明融  
副 任 陈汝媚 阮前途 栾广富  
委 员 俞善庆 夏梅兴 郑 龙  
马兴发 马宪国 楼振飞  
谢仲华 刘卫星 章树荣  
罗永浩 童钧耕 吴喜平  
李峥嵘 陈长虹 范永根  
胡建一 苑安民 蓝毓俊  
徐志强 凌方民 阙 波  
顾 问 朱良镭

#### 《上海节能》杂志社

社 长 施明融  
副 社 长 陈汝媚  
《上海节能》编辑部  
主 编 蓝毓俊  
副 主 编 刘卫星  
执行编辑 凌方民 黄贤龄  
王佳骏

地 址 上海市中山北一路121号  
花园坊A1幢718室  
邮 编 200083  
电 话 (021) 60805335 转各分机  
传 真 (021) 60805315  
E-mail shjnxh@163.com  
shjnxh@vip.citiz.net  
网 址 shjn.cn  
发行单位 上海节能杂志社  
设计制作 上海康城广告有限公司  
印 刷 上海天华印刷厂  
国内统一连续出版物号  
CN31-1500 / TK  
广告经营许可证 3100120080001  
定 价 12.00元

# 天然气的利用及其相关碳排放

## ——兼论美国页岩气的开发与影响

复旦大学能源研究中心 单钰理 常征 李海林

**摘要:** 美国是世界上天然气利用最为成熟的国家,近年来页岩气又快速地进入了商业化规模利用阶段。文章在系统阐述天然气利用及其相关碳排放情景、优势的同时,重点分析页岩气对美国天然气产能支撑、对外依存度削减、能源安全格局改善等多方面的价值与影响,以突出其能源结构清洁化、低碳化的基础性、本源性作用。

**关键词:** 天然气;碳排放;页岩气;美国

## The Utilization and Carbon-Emission of Natural Gas ——And the Development and Influence of Shale Gas in America

Dan yu li, Chang zheng, Li hai lin

**Abstract:** The United States has the most advanced technology in the utilization of natural gas. Besides, they are applying the shale gas into business use. The paper is not only describe the advantages of using natural gas, especially in reduction of carbon-emission, but also illustrates the significances of the shale gas utilization in several aspects such as the utilization of natural gas, the reduction of foreign energy dependency, the improvement of energy security. The paper also emphasizes the importance and fundamentality of clean energy structure and low carbon.

**Keywords:** Natural Gas; Carbon-Emission; Shale Gas; TheUnited States

### 0 引言

自19世纪末20世纪初煤炭逐步取代薪柴成为世界第一能源以及后来又石油居上,百多年来,煤炭、石油和天然气等化石能源一直占据着全球能源生产和消费的90%左右。虽然近年来风电、光电等清洁能源获得了长足的进步与增长,但其应用规模

与保障能力还极其有限,技术水平和商业化程度也远远不能满足经济社会发展的需求。若延续现有生产生活模式,在未来可以预见的时间内,世界的能源构成仍将会以化石燃料为主。欧美日等发达国家仍将长期处于油气为主的高级能源时代,石油仍将长期保持第一的位置,占比36.7%(美国2010);天

【基金项目】国家社科基金(《能源利用中的碳脉分析与减排政策研究》10BGL064)

【作者简介】单钰理:复旦大学能源硕士生。

常征:复旦大学能源博士,现为美国伊利诺伊大学香槟分校先进能源技术中心博士后,主要从事能源利用与碳脉分析领域的研究。

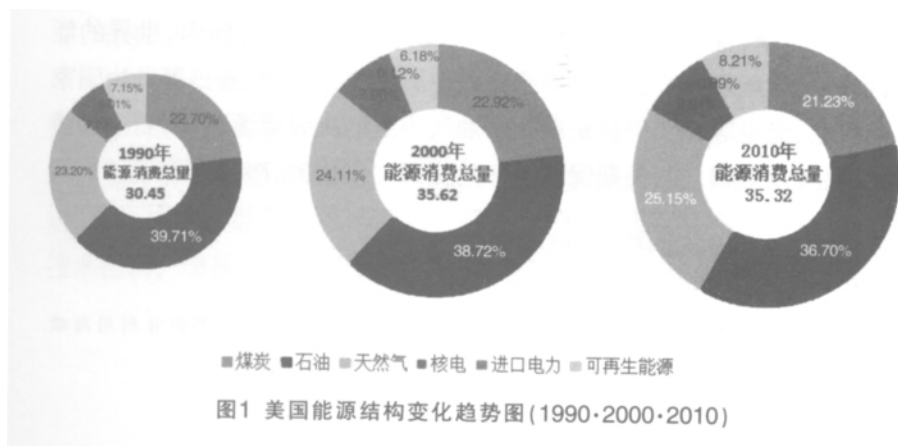
李海林:复旦大学能源本科生。

然气第二,占比25.2%(美国2010),煤炭第三,占比21.2%(美国2010),化石燃料三足鼎立之强势依然持续。水电、核电仍旧为重要补充,占比8.6%(美国2010);风电、光电等可再生能源潜力巨大、增长迅速,但2010年在美国能源总消费的占比仅为8.2%。

就资源条件来看,全球已探明的化石能源储量足以满足未来20年乃至以后相当长时间的需求;得益于强大的市场需求和成熟的输配体系,石油和煤炭还能够近、中、远期维持一定的增速,天然气特别是非常规油气的增产潜力巨大,但其消费量的增长将主要取决于终端需求的固化和输配管网的便利,水电、核电以及风电、光电的绝对供应量将会持续增长,但所占份额依然有限,能源利用清洁化、低碳化目标的实现仍将需要相当长的时间。

#### 1 美国天然气消费的增长与碳基的削减

作为世界最主要的能源大国,美国能源长期引领并主导着全球的能源发展趋势,特别是近年来以页岩气为代表的清洁能源大规模商业化利用,奠定了美国能源系统始于供应端的清洁化、低碳化基础。1990年到2010年的二十年间,美国石油的年消费量基本维持在9亿吨左右,变化不大,其占全美能源消费的份额有所下降,从1990年的39.71%下降到2010年的36.70%,煤炭消费量略有增加,但占比却从22.70%下降到21.23%;天然气消费稳步增长,占比从23.20%上升到25.15%;同期的非化石能源(核电、可再生能源、进口电力等)占比从14.39%上升到16.91%。参见图1。



煤燃烧时释放出来的能量主要来自于煤中碳的氧化,而石油和天然气燃烧释放能量的一部分还来自于氢被氧化成水(H<sub>2</sub>O)的过程,石油的碳氢比约为1:2,天然气(主要成分是甲烷CH<sub>4</sub>)的碳氢比为1:4。以燃烧后释放同等能量为碳含量的测度基准,煤炭是CO<sub>2</sub>排放的第一来源、石油次之、而天然气则是排放CO<sub>2</sub>最少的化石能源。从无烟煤、炼焦煤到柴油、汽油再到天然气,伴随发热量的变化,其含碳量也有规律地发生着改变。由于化石能源在燃烧放热过程中,所含的碳元素大多能够最终氧化成CO<sub>2</sub>,因此含碳量的大小从本原上决定了化石能源潜在碳排放因子的大小,如无烟煤为26.8c-t/TJ、炼焦煤25.8 c-t/TJ、柴油20.2 c-t/TJ、汽油18.9 c-t/TJ、天然气15.3 c-t/TJ等。

根据美国能源部能源信息署(EIA)提供的全球1980-2011年的能源消费与CO<sub>2</sub>排放数据,计算得到煤炭、石油、天然气利用相关CO<sub>2</sub>排放系数(即单位能源消费量产生的二氧化碳排放量)如表1所示。

表1 煤炭、石油、天然气利用相关CO<sub>2</sub>排放系数  
(1980-2011年平均值)

	煤炭	石油	天然气
二氧化碳排放系数 (百万公吨/1×10 <sup>15</sup> Btu)	94.71	65.23	52.20

作为世界上天然气利用最为成熟的国家,1990年到2010年美国的能源结构逐步优化,清洁能源所占比重上升4.48%。按照等量异构方法核算,美国的温室气体排放量本应有较大幅度的降低,但由于总能耗的增加,特别是化石能源消费量的增加,全美温室气体的排放量依然有所增加。与1990年相比,2010年美国石油消费量增加0.88亿吨标煤、煤炭增加0.59亿吨标煤、天然气增加1.81亿吨标煤,化石能源消费量合计增加3.28亿吨标煤;核电、水

低,但由于总能耗的增加,特别是化石能源消费量的增加,全美温室气体的排放量依然有所增加。与1990年相比,2010年美国石油消费量增加0.88亿吨标煤、煤炭增加0.59亿吨标煤、天然气增加1.81亿吨标煤,化石能源消费量合计增加3.28亿吨标煤;核电、水

电等非化石能源消费量合计增加1.58亿吨标煤。粗略估算由化石能源增量所产生的温室气体排放量在6.5亿吨CO<sub>2</sub>当量左右,占温室气体排放全部增量的75%左右。但得益于天然气占比的增加,化石能源相关二氧化碳排放的基底有所降低,参见图2。

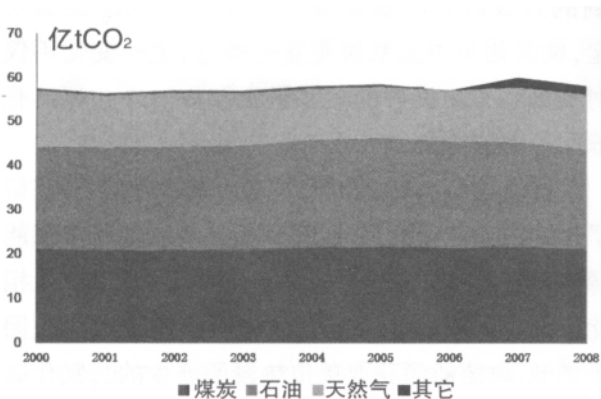


图2 美国化石能源相关二氧化碳排放构成趋势图

## 2 页岩气的商业化开发利用加速美国能源的低碳化进程

近10年来,全球能源领域最大的、最具商业影响力和规模替代效应的技术进步是在油气领域主要是在天然气开发领域取得的,而非在人们热捧的可再生能源领域,也不是在迅猛成长的能源新兴大国——中国,却是在经济低迷的、传统的能源强国——美国。

### 1) 页岩气有力提升美国天然气的生产优势

如图3所示,2006年以后美国天然气总产量的走势与页岩气产量走势基本相同,这意味着2006

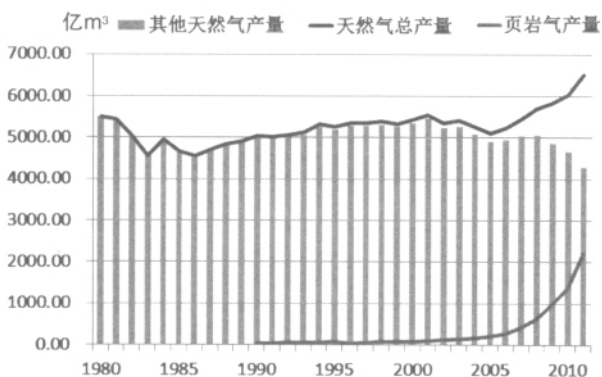
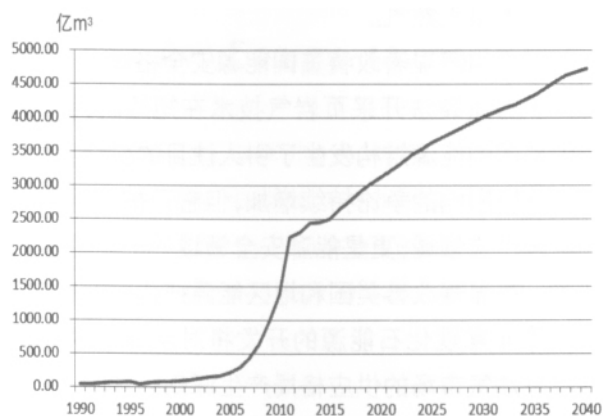


图3 美国页岩气与天然气生产状况 (1980-2010, 亿立方米)

年后美国页岩气的增产不仅弥补了传统天然气产量的下降,而且还支撑起天然气总产量的增长。

依托水力压裂等创新技术,美国页岩气快速进入商业化规模利用阶段,产量从1990年的38.37亿M<sup>3</sup>大幅增加到2010年的1376.88亿M<sup>3</sup>,占当年全美天然气总产量的22.79%,使得美国超过俄罗斯成为世界第一大天然气生产国,未来美国天然气可采储量以及产量的增长将主要来自于页岩气等非常规化石能源,预计2015年美国的页岩气产量将达到2800亿m<sup>3</sup>,参见图4。



数据来源:美国能源部能源信息署(EIA),单位为亿立方米。

图4 美国页岩气产量变化趋势图 (1990-2040)

### 2) 页岩气有效降低美国天然气的对外依存度

美国是世界上最大的天然气消费国,1995-2005年每年都需要从加拿大等国进口1000亿立方米左右的天然气,对外依存度长期徘徊在20%以上的高位,如图5所示。

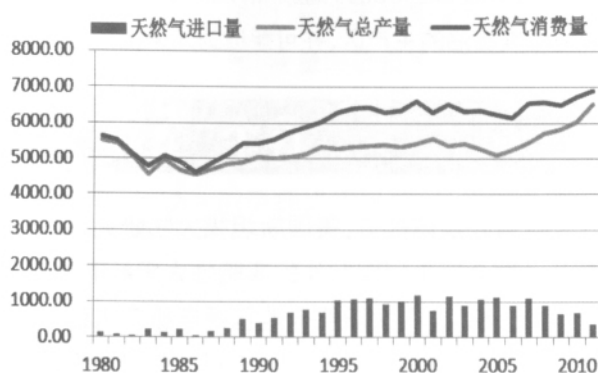


图5 美国天然气生产、消费与进口状况 (1980-2011, 亿立方米)

表2 美国天然气对外依存度与页岩气产量占比

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
天然气对外依存度(%)	21.94	17.19	19.92	15.47	11.08	11.45
页岩气对天然气占比(%)	3.83	5.94	6.71	8.88	16.27	22.79

如表2所示,在美国天然气对外依存度不断下降的同时,页岩气产量占天然气总产量的比重却持续增长,从而有效地保障了美国天然气自给率的提高。由此,美国天然气长期依赖进口的局面发生逆转,天然气价格也将大幅回落,再过5-10年美国可能转而出口天然气。

### 3)页岩气显著改善美国能源安全格局

水力压裂法开采页岩气技术在短短的几年间就使美国的能源结构发生了引人注目的变化。尽管有关环境影响的争论持续增加,但它正被证明不仅是能源供应领域,更是能源安全领域的一个主要贡献者。在显著改善美国和地区能源结构的同时,页岩气等非常规化石能源的开发将对全球能源结构特别是油气市场的供应格局产生深刻的影响,也必将对全球能源安全状况特别是大国的能源政策、经济政策乃至国家安全与外交政策产生长远的影响。

基于工程学方面的重大进步和技术突破,也仅仅用了10年的时间,加拿大的“油砂”就从一种边缘资源转变成为一种重要资源,如今产油量已经达到每天150万桶,再过10年就可能实现每天300万桶,从而使加拿大进入全球前五大产油国之列,同样依靠技术的进步,巴西也可能在2020年左右从其丰富的“盐下油”中每天提炼出500万桶原油,从而取代委内瑞拉,成为拉美石油的主产区,并可能成为未来美国进口石

油的一个主要来源,预计2020年前后,美国从“致密砂岩油”中提取石油的产量可能会达到每天300万桶,相当于美国日产原油总量的1/3,这也将从根本上改善美国的石油供应和安全状况。

对美国而言,这些新的油气供应源以从未想到的方式改善和强化着能源供应特别是能源安全,使其能源供应系统更富有弹性,这一变化不仅对美国乃至对世界的能源供应和政治外交都具有非同寻常的意义。

以页岩气为代表的非常规天然气在美国获得了成功的商业化利用。这不仅有效地推动了美国能源结构的优化,促进了国家能源安全的改善,且相比煤碳、石油等化石能源,天然气的潜在碳排放因子更低,燃烧能源获取单位热量所产生的二氧化碳碳排放更少,因此使其在能源消费总量略有增长的情况下仍能实现碳排放总量控制乃至减少。

### 参考文献:

- [1] 罗佐县. 美国页岩气勘探开发现状及其影响[J]. 中外能源, 2012, 17(1)
- [2] 金娜, 李宇. 美国能源结构及消费现状[J]. 应用能源技术, 2012, 5(001)
- [3] 常征. 基于能源利用的碳脉分析[D]. 上海: 复旦大学, 2012.
- [4] 冯跃威. 美国页岩气开发策略研究——美国的页岩气之梦[J]. 国际石油经济, 2012, 20(1)
- [5] 李小地, 梁坤, 李欣. 美国政府促进非常规天然气勘探开发的政策与经验[J]. 国际石油经济, 2011, 09(1)

## 首个“全碳”太阳能电池在美诞生

据国外媒体报道,美国斯坦福大学研究人员研发出一种全部采用碳制作的实验性太阳能电池。

据介绍,这种太阳能电池包括电极在内的所有组件都是由碳材料制作而成。它可以替代昂贵的导电性金属,如银和锡氧化物,这两种材料常常用

于传统硅太阳能电池的电极上。同时,石墨烯和单壁碳纳米管可以大大提高导电性和光吸收性。

这种全碳太阳能电池除成本低外,还具有稳定性强的特点,可经受593℃高温,在极端条件下工作。  
(锋科技网)